



04CO ②
7/27/01

PATENT

Atty. Docket No. 678-707 (P9827)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT(S): Min-Goo KIM et al.

SERIAL NO.: 09/901,397

GROUP: Art Unit - not yet assigned

FILED: July 9, 2001

DATED: July 25, 2001

FOR: METHOD AND APPARATUS FOR FLEXIBLE
DATA RATE MATCHING BY SYMBOL
INSERTION FOR A DATA COMMUNICATION SYSTEM

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

Attached is a certified copy of Korean Appln. No. 39070/2000 filed on July 8, 2000, Korean Appln. No. 39157/2000 filed on July 8, 2000 and Korean Appln. No. 42547/2000 filed on July 19, 2000 from which priority is claimed under 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

Paul J. Farrell
Reg. No. 33,494
Attorney for Applicant(s)

DILWORTH & BARRESE, LLP
333 Earle Ovington Blvd.
Uniondale, NY 11553
(516) 228-8484

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. §1.8(a)

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail, postpaid in an envelope addressed to the: Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on July 25, 2001.

Dated: July 25, 2001

Paul J. Farrell



29827-03

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 :
Application Number

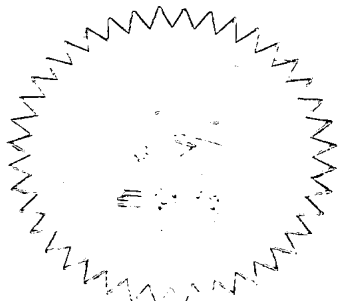
특허출원 2000년 제 42547 호
PATENT-2000-0042547

출원 년 월 일 :
Date of Application

2000년 07월 19일
JUL 19, 2000

출원인 :
Applicant(s)

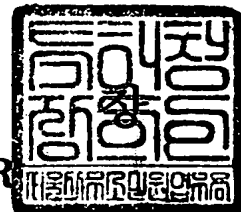
삼성전자 주식회사
SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2001 07 07
년 월 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2000.07.19
【국제특허분류】	G06F
【국제특허분류】	H04J
【발명의 명칭】	데이터 통신시스템에서 심볼 삽입에 의한 가변 데이터전송 율 정합 방법 및 장치
【발명의 영문명칭】	FLEXIBLE DATA RATE MATCHING METHOD AND APPARATUS USING SYMBOL INSERTION FOR DATA COMMUNICATION SYSTEMS
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	1999-006038-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김민구
【성명의 영문표기】	KIM,Min Goo
【주민등록번호】	640820-1067025
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 973-3 우성아파트 822-406
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박진수
【성명의 영문표기】	PARK,Jin Soo
【주민등록번호】	711220-1041511
【우편번호】	137-044
【주소】	서울특별시 서초구 반포4동 70-1 한신 서래아파트 3-608
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이영환
【성명의 영문표기】	LEE,Young Hwan

【주민등록번호】 701212-1411510
【우편번호】 463-010
【주소】 경기도 성남시 분당구 정자동 237-7
【국적】 KR
【우선권주장】
【출원국명】 KR
【출원종류】 특허
【출원번호】 10-2000-0039157
【출원일자】 2000.07.08
【증명서류】 첨부
【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대
리인
주 (인) 이권
【수수료】
【기본출원료】 20 면 29,000 원
【가산출원료】 24 면 24,000 원
【우선권주장료】 1 건 26,000 원
【심사청구료】 0 항 0 원
【합계】 79,000 원
【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

데이터 통신시스템에서 다양한 전송률을 가변적으로 선택하여 제공하는 가변데이터 전송율 정합 방법 및 장치가 개시되어 있다. 이러한 본 발명에 따르면, 이러한 목적들을 달성하기 위한 본 발명에 따르면, 하나의 프레임내에 포함되고, 가변적인 데이터전송율에 따라 가변되는 L개의 부호어 심볼들을 고정적인 인터리버 크기에 대응하는 심볼 수(N)에 정합시켜 전송하는 방법은, 주어진 상기 부호어 심볼들의 수(L)와 상기 심볼 수(N)를 입력하고, 상기 프레임내에서 반복되어질 심볼들의 수($N_{is}=N-L$)를 결정하는 과정과, 상기 프레임내의 부호어 심볼들중에서 균일하게 분포하는 상기 결정된 심볼들의 수($N_{is}=N-L$) 만큼의 심볼들을 반복시키고, 상기 반복된 심볼들이 상기 부호어 심볼들에 삽입되어 구성되는 상기 심볼 수(N)의 심볼들을 출력하는 과정을 포함한다.

【대표도】

도 6

【색인어】

가변데이터 전송율, 부호어 심볼, 인터리버 크기, 심볼 삽입(반복), 오차값

【명세서】**【발명의 명칭】**

데이터 통신시스템에서 심볼 삽입에 의한 가변 데이터전송율 정합 방법 및 장치
{FLEXIBLE DATA RATE MATCHING METHOD AND APPARATUS USING SYMBOL INSERTION FOR DATA
COMMUNICATION SYSTEMS}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 일반적인 고정형 데이터전송율 전송 장치의 구성을 도시하는 도면.

도 2는 도 1에 도시된 장치에 의한 부호어 심볼 프레임 구조를 도시하는 도면.

도 3은 IS-2000 사양에서 제시하는 반복 및 천공에 의한 가변형 데이터전송율
전송(FDRT) 장치의 구성을 도시하는 도면.

도 4는 본 발명이 적용되는 가변형 데이터전송율 전송(FDRT) 장치의 구성을 도시하
는 도면.

도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 실시예에 따라 도 3에 도시된 FDRT 블록에서 출력되
는 심볼의 적용 예들을 도시하는 도면.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 가변형 데이터전송율 전송(FDRT) 방식의 처리흐름
을 도시하는 도면.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 가변형 데이터전송율 전송(FDRT) 장치의 구성을
도시하는 도면.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 부호율 1/3인 부호기에서 출력되는 심볼들을 정보

어 심볼부분(L1), 패러티부분(L2,L3)로 구분하여 각각에 대해 다르게 가변형 데이터전송율 전송(FDRT)을 적용하기 위한 장치를 도시하는 도면.

도 9는 단일 부호심볼열로 출력되는 부호기 구조에서, 부호기의 출력심볼들중 반복되지 않은 심볼(혹은 천공심볼)의 위치를 도시한 도면.

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 단일 부호어심볼열로 출력되는 부호기 구조에서, 초기 오프셋을 사용하여 처음 반복되지 않은 심볼(혹은 천공심볼)의 위치를 조정하는 경우를 도시하는 도면.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 단일 부호어심볼열로 출력되는 부호기 구조에서, 처음 반복되지 않는 심볼(혹은 천공심볼)의 위치를 결정하기 위한 초기 오프셋 결정 처리흐름을 도시하는 도면.

도 12은 본 발명의 다른 실시예에 따른 단일 부호어심볼열로 출력되는 부호기 구조에서, 처음 반복되지 않는 심볼(혹은 천공심볼)의 위치를 결정하기 위한 초기 오프셋 결정 처리흐름을 도시하는 도면.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<13> 본 발명은 데이터 통신시스템에 관한 것으로, 특히 데이터전송율을 가변함에 따른 부호어 심볼들을 고정된 인터리버 크기에 정합시키는 방법 및 장치에 관한 것이다.

<14> 일반적으로 위성시스템, 종합정보통신망(ISDN: Intergrated Service Digital

Network), 디지털 셀룰라(Digital cellular) 시스템, 광역 부호분할다중접속(W-CDMA: Wide band Code Division Multiple Access) 시스템, UMTS(Universal Mobile Telecommunications System), IMT(International Mobile Telecommunications)-2000 시스템과 같은 무선 통신시스템에서 채널부호화 방식으로는 주로 컨볼루션 부호(convolutional code)와 단일복호기가 사용되는 선형블록부호 등이 사용되었다. 이러한 채널부호화 방식에 의해 부호화된 심볼들은 채널 인터리버에 의해 인터리빙되는 것이 일반적이다.

<15> 전형적인 채널 인터리버는 프레임당 인터리버 크기와 동일한 부호화 심볼의 수를 가지는 프레임을 입력하여 인터리빙하는 형태이었다. 이와 달리 최근의 채널 인터리버는 프레임당 인터리버 크기와 다른 부호화 심볼의 수를 가지는 프레임을 입력하여 인터리빙하는 소위 가변 데이터전송율 전송(Flexible Data Rate Transmission: 이하 'FDRT'라 칭함)방식에 따른 인터리빙 동작을 수행한다.

<16> 도 1은 인터리버 크기와 동일한 부호화 심볼의 수를 가지는 프레임을 입력하여 인터리빙하는 비가변형(혹은 고정형) 데이터전송율 전송 방식(Non Flexible Data Rate Transmission)에 따른 채널 인터리버를 도시하는 도면이다.

<17> 상기 도 1을 참조하면, 비가변형 데이터전송율 전송(Non FDRT) 방식에서는 채널의 전송율이 고정된 경우 채널 인터리버(channel interleaver) 100에 입력되는 단위 프레임당 부호화 심볼(Coded symbol)의 수인 L 은 항상 인터리버 크기 N 과 같은 크기를 가지고 일정하였다. 즉, IS-2000에서 사용되는 RC (Radio configuration) IS-2000에는 RC1, RC2, RC3, RC4, RC5, RC6, RC7, RC8, RC9 등의 다양한 종류의 전송채널을 사용하고 있으며 각각의 경우 데이터 프레임의 크기, 부호율, 인터리빙방식 등의 차이를 가진다. 이에

따라서 제공되는 이미 결정된 일정한 데이터 레이트만이 전송율로 사용되었다.

- <18> 그러나 FDRT를 사용하는 경우에는 도 3에 도시된 바와 같이 채널 인터리버 100에 입력되는 부호화 심볼의 수가 채널 인터리버 100과 마찬가지로 N 으로 동일하나 부호화 심볼 프레임 내의 부호어 심볼의 구성은 입력데이터 레이트 R_s 에 따라서 큰 차이를 보인다.
- <19> 도 2는 비가변형 데이터전송율 전송(Non FDRT) 방식에 고속데이터 전송율 전송방식의 부호화 심볼 프레임 구조를 도시하는 도면이다.
- <20> 상기 도 2를 참조하면, 현재 물리채널(Physical channel)이 RC3의 데이터 전송율(Data Rate)=19.2kbps로 설정되었다고 가정하면, 이때 채널 인터리버 100의 크기 N 은 1536이 된다. 만일 사용자가 데이터를 데이터 전송율 20kbps로 전송하고자 한다면, 비가변형 데이터전송율 전송 방식을 사용하는 경우 데이터 전송율을 38.4kbps로 상향조절토록 기지국과 단말기가 초기 협상(Negotiation)과정에서 결정한다. 왜냐하면 20kbps 보다 큰 최소의 데이터 전송율이 38.4kbps이기 때문이다.
- <21> 따라서 채널 인터리버 100의 크기는 $N=3072(=2*1536)$ 로 2배 증가된다. 채널 부호기(Channel encoder)(도시하지 않음)에 입력되는 입력 데이터 심볼의 구성도 $20\text{kbps} \times 20\text{msec}$ 이외의 부분에 해당되는 빈 구간에는 널 데이터(Null data)가 상

위 계층(layer)에 의해 쓰여진다. 따라서 N심볼의 채널 인터리버 크기 중에서 $(38.4-20)/38.4 = 47.92\%$ 가 널 데이터로 쓰여지고 전송된다. 따라서 수신 심볼에너지 E_s 측면에서는 47.92%의 에너지가 손실되고 있다고 볼 수 있다. 이와 같은 손실이 발생하는 이유는 현재 비가변형 데이터전송을 전송 방식의 구조에서는 물리계층(Physical layer)에서 이러한 널 데이터를 처리할 수 있는 방법이 없기 때문이다. 만일 널 데이터를 심볼 반복(repetition)으로 사용하려고 해도 현재 F-SCH구조에서는 심볼 결합(symbol combining)을 할 수 있는 방법이 없다. 또한 입력 데이터 전송율에 따라서 매번 다르므로 이를 상위 계층에서 반드시 사전 전달해야 한다.

<22> 실제로 채널 복호기(Channel decoder)를 통과하기 전에 이러한 에너지 복원이 이루어져야 하며 채널 복호기 이후에는 복호된 정보 심볼(Information symbol)만을 가지고 L1/L2의 상위 계층이 처리하게 되므로 다른 성능개선 방안이 없다.

<23> 이러한 비가변형 데이터전송을 전송방식의 문제점을 극복하고 성능을 개선하고자 하는 것이 상기 FDRT방식이다. 채널부호화 구조를 사용하는 시스템의 다중접속방식 및 다중채널방식에서 채널 부호화 방식(Channel coding scheme)의 데이터 전송효율성을 높이고 시스템의 성능을 개선하기 위한 전송률정합의 일종인 상기 FDRT방식에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 FDRT방식의 원칙은 사용하는 채널부호가 컨볼루션 부호 또는 선형블록부호 또는 컨볼루션 부호를 사용하는 채상부호(Concatenated code)라는 전제하에서 출발한 것이다. 특히 최근에 매우 많은 관심을 모으고 있는 3GPP(3rd Generation Project Partnership 2) IS-2000의 무

선 인터페이스(Air interface)에서 보면 시스템의 다중접속방식 및 다중채널방식에서 채널 부호화 방식의 데이터 전송효율성을 높이고 시스템의 성능을 개선하기 위하여 전송률 정합의 일종인 FDRT방식이 표준사양으로 잠정적으로 결정된 상황이며 이에 대한 구현이 진행되고 있는 추세이다.

- <24> 한편, 컨볼루션 부호 또는 선형블록부호에 사용되는 기존의 FDRT 방식과, IS-2000 사양에서 제시하는 FDRT 알고리즘은 다음과 같은 문제점을 가진다.
- <25> 첫째, 컨볼루션 부호 또는 선형블록부호에 사용되는 FDRT방식은 부호기에서 출력되는 부호어 심볼의 에러 감도가 하나의 프레임(부호어)내의 모든 심볼에 대해서 거의 유사하다는 특징으로부터 가급적 균일한 천공(Uniform puncturing)방식을 요구한다. 그러나 현재 IS-2000의 FDRT방식의 경우에는 이와 같은 가정이 성립되지 않으므로 기존의 FDRT방식을 다르게 적용할 필요가 있다.
- <26> 둘째, 기존의 IS-2000의 FDRT방식의 경우에는 심볼 반복의 관점에서 기본적으로 FDRT를 반복 방식(Repetition Scheme)으로 간주하여 천공패턴(puncturing pattern)에 크게 영향이 없는 것으로 간주하였으나 이는 천공과 동일한 개념에서 해석되어야 한다. 즉, 반복의 경우에도 최적의 성능의 FDRT방식을 위해서는 부호기에서 출력되는 부호어 심볼의 에러 감도가 하나의 프레임(부호어) 내의 모든 심볼에 대해서 거의 유사하다는 특징으로부터 가급적 균일한 반복(Uniform repetition)방식을 사용해야 한다. 그러나 현재의 IS-2000의 FDRT방식의 경우에는 이와 같은 가정이 성립되지 않으므로 기존의 FDRT방식을 다르게 적용할 필요가 있다.
- <27> 셋째, 기존의 IS-2000의 FDRT 경우에는 기본적으로 심볼반복(Symbol

repetition) 한 단계 만으로서 FDRT를 적용할 수 있음에도 불구하고, 심볼반복(Symbol repetition)을 시행한 이후에 심볼천공(Symbol puncturing)을 사용하는 두 단계에 걸친 FDRT방식을 사용하고 있으며 이로 인해 구현의 복잡도가 증가되는 문제를 지니고 있다.

<28> 다른 한편, 터보부호와 같은 오류정정부호가 사용되는 경우 현재 컨볼루션 부호의 사용을 전제하고 구한 IS-2000 사양에서 제시하는 FDRT 알고리즘은 다음과 같은 문제점을 가진다.

<29> 첫째, 컨볼루션 부호 또는 선형블록부호에 사용되는 FDRT방식은 부호기에서 출력되는 부호어 심볼의 에러 감도가 하나의 프레임(부호어)내의 모든 심볼에 대해서 거의 유사하다는 특징으로부터 가급적 균일한 천공(Uniform puncturing)방식을 요구한다. 그러나 터보부호의 경우에는 부호기로부터 출력되는 각각의 부호어 심볼들의 에러감도가 하나의 프레임(부호어)내의 각각의 심볼들에 대해서 서로 다르다. 따라서 에러감도가 다른 각각의 부호어 심볼을 분류하고 이들 각각 분류된 부호어 심볼 그룹 내의 부호어 심볼의 에러 감도가 하나의 그룹내의 모든 심볼에 대해서 거의 유사하다는 특징으로부터 가급적 균일한 천공(Uniform puncturing)방식 또는 반복방식을 사용하는 것을 특징으로 하는 FDRT방식이 요구되고 있으나 현재 IS-2000의 FDRT방식의 경우에는 이와 같은 성질을 사용하지 않으므로 기존의 FDRT방식을 다르게 적용할 필요가 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<30> 따라서 본 발명의 목적은 데이터 통신시스템에서 컨볼루션 부호, 터보부호 또는 선형블록부호를 사용하거나 모두를 사용하는 경우 최적의 성능을 보일 수 있는 가변데이터

전송율 정합 방법 및 장치를 제공함에 있다.

<31> 본 발명의 다른 목적은 컨볼루션 부호, 터보부호 또는 선형블록부호를 사용하는 데이터 통신시스템에서 간단한 구조, 그리고 설정 초기값을 조절함으로써 전송율에 따라서 유연하게 동작하는 가변데이터 전송율 정합 방법 및 장치를 제공함에 있다.

<32> 이러한 목적들을 달성하기 위한 본 발명에 따르면, 하나의 프레임내에 포함되고, 가변적인 데이터전송율에 따라 가변되는 L개의 부호어 심볼들을 고정적인 인터리버 크기에 대응하는 심볼 수(N)에 정합시켜 전송하는 방법은, 주어진 상기 부호어 심볼들의 수(L)와 상기 심볼 수(N)를 입력하고, 상기 프레임내에서 반복되어질 심볼들의 수($N_{is}=N-L$)를 결정하는 과정과, 상기 프레임내의 부호어 심볼들중에서 균일하게 분포하는 상기 결정된 심볼들의 수($N_{is}=N-L$) 만큼의 심볼들을 반복시키고, 상기 반복된 심볼들이 상기 부호어 심볼들에 삽입되어 구성되는 상기 심볼 수(N)의 심볼들을 출력하는 과정을 포함한다.

【발명의 구성 및 작용】

<33> 이하 본 발명의 바람직한 실시예의 상세한 설명이 첨부된 도면들을 참조하여 설명될 것이다. 도면들 중 참조번호들 및 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호들 및 부호들로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 하기에서 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

- <34> 먼저, 본 발명을 구체적으로 설명하기에 앞서서 IS-2000 사양에서 제시하는 반복(repetition) 및 천공(puncturing)에 의한 FDRT 방식을 설명하기로 한다.
- <35> 도 3을 참조하면, IS-2000 사양에서 제시하는 반복 및 천공에 의한 FDRT 방식은 기본적으로 FDRT 블록 210에 입력되는 심볼의 수인 L 에 비하여 출력심볼의 수인 N 이 항상 크거나 같은 심볼 반복(Symbol Repetition) 과정의 일종이다. 따라서 심볼 천공(symbol puncturing) 214가 사용되지만 기본적으로 M 배의 반복(repetition) 212가 수행된 이후에 상기 심볼 천공 214가 수행되는 것이다.
- <36> 본 발명은 이 점에 착안하여 M 배의 심볼 반복 이후에 생성되는 ML 개의 심볼을 대상으로 $(LM-N)$ 개의 심볼을 삭제하고자 심볼 천공을 사용하는 FDRT방식과는 달리, L 개의 심볼로부터 $(N-L)$ 개의 심볼들을 삽입(insertion)하여 최종적으로 N 개의 심볼들을 출력하는 새로운 FDRT방식을 제시한다. 이와 같이 본 발명이 적용되는 새로운 FDRT 방식에 따른 전송 장치가 도 4에 도시되어 있다.
- <37> 상기 도 4를 참조하면, 부호기(Encoder) 200은 소스 정보(Source Information)을 부호화하고, L 개의 부호어 심볼들을 출력한다. 본 발명에 따른 FDRT 블록 230은 심볼 삽입에 의해 상기 L 개의 부호어 심볼들에 $(N-L)$ 개의 심볼들을 삽입하여, N 개의 심볼들을 출력한다. 인터리버(Interleaver) 220은 상기 FDRT 블록인 심볼 삽입기 230으로부터 출력되는 N 개의 심볼들에 대해 인터리빙을 행한 후 인터리버 크기인 N 개의 심볼들을 출력한다. 이와 같이 본 발명에서 새롭게 제시하는 방식은 구조상으로 도 3에 도시된 바와 같이 M 배 심볼 반복(M times Symbol repetition)을 행하지 않으므로 매우 간결함을 알 수 있다.
- <38> 전술한 바와 같이 본 발명에 따른 FDRT 블록은 L 개의 부호어 심볼들을 입력하고,

인터리버 크기 N에 정합되도록 상기 L개의 부호어 심볼들에 (N-L)개의 심볼들을 삽입하는 방식을 취한다. 본 발명의 FDRT(Symbol insertion) 블록에 사용되는 구체적인 알고리즘을 설명한다.

<39> 본 발명에 따른 알고리즘은 심볼 반복한 후에 천공하는 방식에서 탈피하여 바로 (N-L)만큼의 심볼을 L개의 부호어 심볼들 사이에 삽입하는 방식을 사용한다. 일례로 데이터 레이트가 17kbps이고, 프레임 길이가 20msec이고, 부호율 $R=1/4$ 이며, 전송하고자 하는 채널의 데이터 레이트가 19.2kbps라고 가정하면, 상기 FDRT 블록 230은 $[(19.2-17) \times 20 \times 4]$ 심볼들을 L개의 심볼들 사이 사이에 삽입하게 된다. 이때 전술한 바와 같이 최적의 성능의 FDRT 방식을 위해서는 부호기에서 출력되는 부호어 심볼의 에러 감도가 하나의 프레임(부호어) 내의 모든 심볼에 대해서 거의 유사하다는 특징이 있기 때문에, 상기 FDRT 블록 230은 하나의 프레임내에서 가급적 균일하게 심볼 삽입(Uniform Symbol Insertion) 처리를 행하여야 한다. 인터리버 크기 N과 부호어 심볼의 수 L이 결정되면 삽입될 심볼의 수가 결정되고, 이에 따라 하기의 <표 2>에 나타난 바와 같은 FDRT 처리를 위한 알고리즘에 필요한 파라미터들(parameters)가 결정되고 최종적으로 심볼 삽입 패턴(혹은 심볼 반복 패턴)이 결정될 것이다. 여기에서, 그리고 하기에서 '심볼 삽입'과 '심볼 반복'의 의미는 동일하다는 사실에 유의할 필요가 있다.

<40> 본 발명의 실시예에 따른 FDRT 처리 알고리즘을 설명하기에 앞서서 본 발명에서 사용되는 파라미터들을 정의하면 하기의 <표 1>과 같다.

<41>

【표 1】

Parameters	정 의
$Nis=N-L$	삽입될 심볼들의 수 (여기서 $N \geq L$ 이므로, Nis 는 항상 양수이다.)
L	FDRT블록에 입력되는 부호어 심볼의 수
N	FDRT블록에서 출력되는 심볼의 수
$Eacc$	$(N-L)$ 의 길이로 균등 분할된 값과 비교해서 발생하는 오차의 누적된 값
(Ia, Ib)	프레임내에서 처음 반복될 심볼의 위치를 결정하는 변수 단, Ib 는 $1 \leq Ib \leq Ia$ 인 정수

<42> 【표 2】

```

Eacc= Ib*L
m=1
do while mL
  Eacc=Eacc-Ia*Nis;
  do while Eacc ≤ 0
    repeat mth symbol
      Eacc=Eacc+Ia*L
    end do
    m=m+1
  end do
end do

```

<43> 상기 <표 2>는 본 발명의 실시예에 따른 FDRT 알고리즘을 나타내는 것으로, 이 알고리즘에서 'repeat mth symbol'은 m번째 심볼을 한번 반복하는 것을 의미한다. 이러한 m번째 심볼에 대한 반복은 $Eacc \leq 0$ 인 경우에 'do while loop'에서 계속해서 이루어지며, $Eacc > 0$ 이 될 때까지 수행된다. 상기 알고리즘의 수행이 완료되면, 즉 $m=L$ 까지 'while loop'가 수행되면, 총 N개의 심볼들이 생성된다. 상기 N개의 심볼들은 FDRT 블록이 L개의 부호어 심볼들을 입력한 후 이 부호어 심볼에 $(N-L)$ 개의 심볼들을 삽입함으로써 생성되는 심볼들이다. 상기 <표 2>에 도시된 본 발명에 따른 FDRT 알고리즘은 후술될 도 6과 관련하여 보다 구체적으로 설명될 것이다.

<44> 한편, 상기 <표 2>에 나타난 바와 같은 알고리즘에 따른 방식은 임의의 M값(반복

횃수)을 사용하는 VDRT(Variable Data Rate Transmission)의 경우에도 동일하게 사용될 수 있을 것이다. 또한 상기 방식은 부호어 심볼의 반복 위치를 선택하는 방식이므로, 앞서 설명된 반복과 천공에 의한 FDRT 방식에서 발생될 수 있는 특정 부호어 심볼이 천공에 의해 삭제되는 현상인 연속적인 천공(consecutive puncturing)은 절대로 발생하지 않는다. 따라서 이에 따른 성능감쇄는 발생하지 않는다.

<45> 상기 본 발명의 실시예에 따른 FDRT 알고리즘의 적용 예들을 설명한다. 하기에서 CASE 1)은 $M=1$ 인 경우, 즉 반복이 없는 경우이고, CASE 2)는 $M=2$ 인 경우이고, CASE 3)은 $M=3$, 즉 3번의 반복이 사용되는 경우를 각각 나타낸다. 아래의 적용 예들에 있어서 파라미터들 $(I_a, I_b)=(2, 1)$ 이 사용되는 것으로 가정한다.

<46> CASE 1)

<47> 입력 부호어 심볼들의 수 $L=5$, 출력 심볼들의 수 $N=5$ 라고 가정하면, 삽입(반복)될 심볼들의 수 $N_{is}=N-L=5-5=0$ 이 된다. 이는 0개의 심볼을 삽입해야 경우, 즉 반복이 요구되지 않는 경우를 의미한다. 하기의 <표 3>은 입력 부호어 심볼들의 각 위치 $m=1, 2, 3, 4, 5$ 에 대하여 심볼 반복(삽입) 패턴이 c_1, c_2, c_3, c_4, c_5 로 결정되는 경우, 즉 반복되는 심볼들의 위치가 없음(No Repetition)을 보여주고 있다. 따라서 심볼 반복 패턴 c_1, c_2, c_3, c_4, c_5 에 대응하는 입력 부호어 심볼들이 $N=5$ 개의 심볼들로서 출력된다.

<48>

【표 3】

입력 심볼들 위치	m=1	m=2	m=3	m=4	m=5
$Eacc=Eacc-Ia*Nis$ ($Eacc=5$)	+5	+5	+5	+5	+5
$Eacc=Eacc+Ia*L$	NA	NA	NA	NA	NA
Repetition	No	No	No	No	No
심볼 반복 패턴	c1	c2	c3	c4	c5

<49> CASE 2)

<50> 입력 부호어 심볼들의 수 $L=5$, 출력 심볼들의 수 $N=8$ 이라고 가정하면, 삽입(반복)될 심볼들의 수 $Nis=N-L=8-5=3$ 이다. 이는 5개의 부호어 심볼들의 사이에 3개의 심볼들을 삽입해야 하는 것을 의미한다. 하기의 <표 4>는 입력 부호어 심볼들의 각 위치 $m=1,2,3,4,5$ 에 대하여 심볼 반복(삽입) 패턴이 $c1, c1, c2, c3, c3, c4, c5, c5$ 로 결정되는 경우를 보여주고 있다. 따라서 상기 심볼 반복 패턴 $c1, c1, c2, c3, c3, c4, c5, c5$ 에 대하여 입력 부호어 심볼들이 반복 처리되고, 반복 처리된 $N=8$ 개의 심볼들이 출력된다.

<51> 【표 4】

입력심볼들 위치	m=1	m=2	m=3	m=4	m=5
$Eacc=Eacc-Ia*Nis$ ($Eacc=5$)	-1	3	-3	1	-5
$Eacc=Eacc+Ia*L$	9	3	7	1	5
Repetition	Repetition		Repetition		Repetition
심볼 반복 패턴	c1,c1	c2	c3,c3	c4	c5,c5

<52> CASE 3)

<53> 입력 부호어 심볼들의 수 $L=5$, 출력 심볼들의 수 $N=15$ 라고 가정하면, 삽입(반복)될

심볼들의 수 $Nis=N-L=15-5=10$ 이다. 이는 5개의 부호어 심볼들의 사이에 10개의 심볼들을 삽입해야 하는 것을 의미한다. 하기의 <표 5>는 입력 부호어 심볼들의 각 위치 $m=1,2,3,4,5$ 에 대하여 심볼 반복(삽입) 패턴이 $c1,c1,c1, c2,c2,c2, c3,c3,c3, c4,c4,c4, c5,c5,c5$ 로 결정되는 경우를 보여주고 있다. 따라서 상기 심볼 반복 패턴 $c1,c1,c1, c2,c2,c2, c3,c3,c3, c4,c4,c4, c5,c5,c5$ 에 대응하여 입력 부호어 심볼들이 반복 처리되고, 반복 처리된 15개의 심볼들이 출력된다.

<54> 【표 5】

입력 심볼들 위치	m=1	m=2	m=3	m=4	m=5
$Eacc=Eacc-Ia*Nis$ ($Eacc=5$)	-15	-15	-15	-15	-15
$Eacc=Eacc+Ia*L$	-5, +5	-5, +5	-5, +5	-5, +5	-5, +5
Repetition	Repetition	Repetition	Repetition	Repetition	Repetition
심볼 반복 패턴	c1,c1,c1	c2,c2,c2	c3,c3,c3	c4,c4,c4	c5,c5,c5

<55> 상기 <표 5>에서 5, +5는 'do While $Eacc \leq 0$ '의 조건에 따라서 Nested while loop를 돌면서 생성되는 $Eacc$ 값의 결과이다. 따라서 Nested while loop가 진행되면 심볼의 반복 횟수는 증가하게 된다.

<56> 전술한 적용 예들에 있어서, 파라미터 (Ia, Ib)는 (2,1)인 것으로 가정하였다. 그러나, 이러한 (Ia, Ib) 파라미터의 결정은 사용하는 오류정정부호(ECC: Error Correction Code)의 특성에 따라서 다르게 설정될 수도 있다. 따라서 본 발명에서는 이러한 (Ia, Ib) 파라미터의 결정에 제한을 두지 않으며, 사용하는 부호에 따라서 최적의 성능을 가지도록 결정될 수 있다는 사실에 유의하여야 한다. 단, (Ia, Ib) 파라미터는 후술될 설명에서와 같은 성질이 있으므로, 이러한 성질을 바탕으로 결정되어야 할 것이다. 하기의

<수학식 1>에서 Initial offset_m 은 한 프레임내의 부호어 심볼들중에서 맨 처음 반복될 심볼의 위치를 의미한다.

<57> 【수학식 1】

$$\text{Initial offset}_m = \lceil \text{Ib} * \text{L} / \text{Ia} * \text{Nis} \rceil = \lceil (\text{Ib}/\text{Ia}) * (\text{L}/\text{Nis}) \rceil$$

<58> 상기 <수학식 1>을 참조하면, (Ia, Ib) 파라미터를 조절해줌으로써 한 프레임내에서 초기에 반복될 심볼의 위치를 (L/Nis)의 범위에서 조절할 수 있다.

<59> 예를 들어, Ib가 상수인 경우 Initial offset_m은 Ia가 증가할수록 감소하므로, 첫 번째 반복될 심볼의 위치는 한 프레임내의 앞으로 이동한다. 이때 Ia가 Ib*Nis/L 보다 크거나 같으면 Initial Offset_m은 1이므로, 항상 첫번째 심볼이 반복된다. Ib 파라미터는 Ia와 함께 Initial Offset_m을 조절하는 값으로, Ia가 결정되면 상기 Ib 파라미터는 통상 $1 \leq \text{Ib} \leq \text{Ia}$ 의 범위에서 값을 가진다. Ia가 상수인 경우 Ib값이 증가할수록 Initial Offset_m은 증가하고, Ib가 감소할수록 Initial Offset_m의 값은 감소한다. 따라서 상기 Ib의 값을 조절함으로써 첫번째 반복 심볼의 위치를 조절할 수도 있다.

<60> 하기의 <표 6>은 상기 CASE 1), 2), 3) 각각의 경우에 대한 Initial Offset_m을 나타내고 있다.

<61> 【표 6】

구분	CASE 1	CASE 2	CASE 3
M	1.0	1.6(=8/5)	3.0(=15/5)
Initial Offset_m	$\lceil [(1/2)*(5/0)] \rceil$ = ∞	$\lceil [(1/2)*(5/3)] \rceil$ = $\lceil 5/6 \rceil = 1$	$\lceil [(1/2)*(5/10)] \rceil$ = $\lceil 5/20 \rceil = 1$
Repetition	NA	첫 번째 심볼(m=1)	첫 번째 심볼(m=1)

<62> 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 FDRT 방식의 처리 흐름을 도시하는 도면이다. 이러한 처리 흐름을 수행함에 있어서 FDRT 블록으로 입력되는 부호어 심볼들의 수 L , FDRT 블록에서 출력되는 심볼들의 수 N , (I_a , I_b) 파라미터가 주어졌다고 가정한다. 이에 따라 삽입(반복)될 심볼들의 수 $N_{is}=(N-L)$ 이 결정되게 된다. 상기 입력 부호어 심볼들의 수 L 은 도 4의 부호기 200으로부터 출력되어 FDRT 블록 230으로 인가되는 부호어 심볼들의 수이고, 상기 출력 심볼들의 수 N 은 FDRT 블록 230으로부터 출력되어 인터리버 220으로 인가되는 심볼들의 수이다. 상기 N 은 상기 인터리버 220의 크기에 따른 심볼의 수이다. 한 프레임내에 포함되는 L 개의 부호어 심볼들은 가변적인 데이터전송율에 따라 가변될 수 있고, 인터리버 크기에 대응하는 심볼 수(N)는 고정적으로 정해진다. 그러므로, 본 발명의 실시예에서는 상기 인터리버 크기에 대응하는 심볼 수(N)에 상기 L 개의 부호어 심볼들을 정합시켜 전송할 수 있도록 한다.

<63> 상기 도 6을 참조하면, 601단계에서는 상기 주어진 I_b 와 L 값의 곱셈 결과인 E_{acc} 값을 입력받는 초기화 동작을 수행한다. 상기 E_{acc} 값은 전술한 바와 같이 $(N-L)$ 길이로 균등 분할된 값과 비교해서 발생하는 오차의 누적된 값이다. 602단계에서는 입력 부호어 심볼의 위치를 나타내는 m 의 값을 1로 지정한다. 603단계에서는 상기 m 의 값이 입력 부호어 심볼들의 수 L 보다 작거나 같은지 여부를 판단한다. 상기 m 의 값이 입력 부호어 심볼들의 수 L 보다 작거나 같은 것으로 판단되는 경우, 604단계에서는 상기 601단계에서 구해진 E_{acc} 값에서 $(I_a \times N_{is})$ 의 값을 감산함으로써 E_{acc} 값을 업데이트(update)한다.

<64> 605단계에서는 상기 604단계에서 업데이트된 E_{acc} 값이 0보다 작거나 같은지 여부를 판단한다. 상기 업데이트된 E_{acc} 값이 0보다 작거나 같지 않은 것으로 판단되는

경우, 즉 상기 업데이트된 E_{acc} 값이 0보다 큰 경우에는 606단계에서 상기 m 의 값에 1을 증가시켜 입력 부호어 심볼의 위치를 다음 위치로 지정한다. 1 증가된 위치의 입력 부호어 심볼에 대해서도 상기 603단계 및 604단계의 동작이 동일하게 수행된다. 이러한 동작, 즉 입력 부호어 심볼의 위치를 증가시키면서 업데이트된 E_{acc} 값이 0보다 작거나 같은지 여부를 605단계에서 판단하는 동작은 한 프레임내의 모든 부호어 심볼들에 대해서 반복적으로 수행된다. 그러므로 한 프레임내의 모든 부호어 심볼들에 대한 603단계 내지 605단계의 동작은 상기 603단계에서 한 프레임내의 모든 부호어 심볼들에 대한 동작이 수행된 것으로 판단될 때, 즉 $m \leq L$ 인 것으로 판단될 때까지 반복적으로 수행된다.

<65> 한편, 상기 605단계에서 상기 업데이트된 E_{acc} 값이 0보다 작거나 같은 것으로 판단되는 경우에는 607단계에서 해당하는 m 번째 심볼을 반복한다. 608단계에서는 상기 604단계에서 구해진 E_{acc} 값에 $(I_a \times L)$ 의 값을 가산하여 E_{acc} 값을 업데이트시키고, 상기 605단계로 진행한다.

<66> 전술한 603단계 내지 606단계의 동작은 한 프레임내의 각 부호어 심볼들에 대한 오차값 E_{cc} 를 구하고 그 결과값에 따라 부호어 심볼들중에서 반복시킬 심볼을 찾는 동작이고, 607단계 및 608단계의 동작은 반복을 위해 찾아진 심볼을 몇 번 반복시킬 것인가를 결정하고 그에 따라 반복시키는 동작에 해당한다. 이러한 본 발명의 실시예에 따르면, 프레임내의 부호어 심볼들중에서 상기 결정된 심볼들의 수($N_{is}=N-L$) 만큼의 심볼들이 반복되고, 상기 반복된 심볼들이 상기 부호어 심볼들에 삽입되어 구성되는 상기 심볼 수(N)의 심볼들이 전송을 위해 출력된다. 이때 상기 반복되는 심볼들은 프레임내에서 균일하게 분포하도록 정해진다.

- <67> 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 FDRT 장치의 구성을 도시하는 도면이다. 이 장치는 상기 도 6에 도시된 바와 같은 FDRT 방식의 처리 흐름을 수행한다.
- <68> 상기 도 7에서, EN은 인에이블(Enable) 표시로서, EN=1이면 해당되는 블록이 동작을 하는 것을 의미하며, EN=0인 경우에는 해당블록이 동작하지 않고 멈추어 있는 것을 의미한다. 심볼 반복기 707은 EN=0인 경우에는 매 클록마다 입력되는 부호어 심볼 Ck를 그대로 출력하고, EN=1인 경우에는 입력되는 부호어 심볼 Ck를 반복하여 출력한다. 하나의 부호어 심볼에 대해 상기 EN=1의 신호는 다수번 발생할 수 있다. 상기 심볼 반복기 707에 대한 인에이블 신호 EN은 $Eacc \leq 0$ 을 검사하는 판단부 705로부터의 출력 신호이다. 상기 판단부 705는 $Eacc \leq 0$ 이면 1을 출력하고, $Eacc > 0$ 이면 0을 출력한다. 또한 상기 판단부 705로부터의 출력 신호는 다른 구성 요소들 701, 702, 703으로도 인가되어 해당하는 구성요소를 인에이블시킨다.
- <69> 본 발명의 실시예에 따른 FDRT 장치는 도면에 도시된 바와 같이, 레지스터(register) 701, 감산기(subtractor) 702, 선택기 703, 반전기(inverter) 704, 판단부 705, 가산기(adder) 706 및 심볼 반복기 707로 구성된다.
- <70> 레지스터 701은 상기 FDRT 장치가 처음에 구동되는 초기화시에는 초기값(Initial value)인 $(Ib \times L)$ 의 값을 $Eacc$ 값으로 다운로드(download)하여 저장하고, 이후에는 감산기 702로부터 인가되는 $Eacc$ 값이 저장된다. 감산기 702는 상기 레지스터 701에 저장되어 있는 $Eacc$ 값으로부터 $(Ia \times Nis)$ 의 값을 감산하고, 감산결과를 $Eacc$ 값으로 업데이트시켜 출력한다. 초기화시 상기 레지스터 701의 동작은 도 6의 601단계에 해당하고 감산기 702의 동작은 604단계에 해당한다. 감산기 702로부터의 $Eacc$ 값 출력의 동작은 판단부 705로부터의 출력신호가 0신호임에 따라 반전기 704의 출력신호 1신호인 경우에 수행

되고, 그 반대의 경우에는 수행되지 않는다.

<71> 선택기 703은 멀티플렉서(multiplexer)로서 구현될 수 있으며, 초기에는 감산기 702로부터의 Eacc 값을 판단부 705 및 가산기 706으로 제공하고, 이후에는 판단부 705로부터의 출력 신호인 인에이블 신호의 레벨에 따라 선택적인 출력 동작을 수행한다. 상기 인에이블 신호가 0인 경우에 선택기 703은 감산기 702로부터의 값을 판단부 705 및 가산기 706으로 제공하고, 1인 경우에는 가산기 706으로부터의 출력값을 판단부 705 및 가산기 706으로 제공한다.

<72> 판단부 705는 선택기 703으로부터의 출력인 Eacc 값이 0보다 작거나 같은지 여부를 판단하고, 판단 결과 신호를 출력한다. 선택기 703으로부터의 출력인 Eacc 값이 0보다 작거나 같은 경우에는 1신호를 출력하고, 그렇지 않은 경우에는 0신호를 출력한다. 판단부 705로부터 출력되는 신호에 따라 심볼 반복기 707은 입력 부호어 심볼을 반복 처리없이 직접 출력할 수도 있고, 반복 처리하여 출력할 수도 있다. 또한 판단부 705로부터 출력되는 신호에 따라 선택기 703과 반전기 704의 동작이 제어된다. 판단부 705의 동작은 도 6의 605단계의 동작에 해당한다.

<73> 가산기 706은 선택기 703으로부터 출력되는 Eacc 값과 $(Ia \times)$ 의 값을 가산하여 선택기 703으로 제공한다. 이러한 가산기 706의 동작은 판단부 705로부터의 출력신호가 1임에 따라 선택기 703이 감산기 702로부터의 출력신호를 선택하지 않는 경우에 의미를 가지는 것으로, 도 6의 608단계에 해당한다.

<74> 다음으로 지금까지 기술한 내용은 컨볼루션부호나 선형블록부호처럼 부호기에서 출력되는 부호어 심볼의 에러 감도가 하나의 프레임(부호어)내의 모든 심볼에 대해서 거의 유사하다는 특징으로부터 가급적 균일한 천공(Uniform puncturing) 또는 균일한 반복

(Uniform repetition or Insertion)방식을 요구하는 부호에서 FDRT관한 내용을 위주로 설명하였으나 상기 기술한 방식이 터보부호에서 패레미터의 설정을 제어함으로써 동일하게 FDRT방식으로 적용될 수 있음을 기술한다.

<75> 예를 들어 도 8에서 보듯이 부호율 $R=1/3$ 인 터보부호기802에서 출력되는 부호어 심볼을 역다중화기(demultiplexer)802를 사용하여 각각 정보어 심볼 부분 X그룹(L_1)와 패리티부분 Y그룹(L_2), Z그룹(L_3)으로 구별하여 각각의 FDRT를 다르게 적용할 수 있다. 물론 각각의 FDRT블록(803,804,805)에 사용되는 알고리즘은 상기 기술한 내용을 그대로 적용한다. 단지, 여기서 조정해야하는 변수는 각각의 FDRT 블록에 할당되는 (L_i , N_i)의 값과 (I_{ai} , I_{bi}) 패레미터가 된다. 물론 $L=L_1+L_2+L_3$ 이며 $N=N_1+N_2+N_3$ 의 관계를 만족한다. 따라서 $N-L$ 개의 심볼 삽입수를 가지고 각각의 그룹에 이를 차등분할 하는 것이 터보부호의 성능개선의 주안점이 된다. 즉, 각각의 그룹에 있는 이러한 변수를 조절함으로써 각각의 부호어 심볼그룹이 지닌 에러감도에 따라 서로 다른 양의 심볼삽입수 (Number of inserted Symbols)를 결정하여 주면 최적의 성능을 얻을 수 있다. 예를 들어 정보어 심볼 부분 X그룹이 중요한 경우 이부분의 심볼반복수를 증가시키고 나머지 Y, Z 그룹의 심볼반복수를 남은 양으로부터 균등분할하여 할당할 수 있다. 이러한 반복심볼의 양의 결정의 사용하는 부호의 부호화율, 생성다항식등에 관계되므로 이를 최적화하기 위한 변수의 최적화 과정이 필요하다. 여기서는 이러한 최적화를 다루지는 않으며, 이는 실험에 의해서 구한 최적의 값이 사용될 수 있음을 명시한다. 이상 각각의 그룹에 해당되는 L_i , N_i , I_{ai} , I_{bi} 를 결정하면 FDRT 블록의 수행과정은 상기 기술한 내용과 동일하므로 여기서는 반복해서 기술하지는 않는다. 그리고 상기 각각의 FDRT블록에서 출력되는 심볼들을 다중화기(multiplexer)806를 통해 다중화하여 인터리버807으로 제공하고, 상기 인터리

버807은 N개로 정합되어 입력되는 상기 심볼들을 인터리빙한다.

<76> 다음으로 상기 기술한 방식과 같이 터보부호기에서 출력되는 부호어 심볼을 각각 정보어 심볼 부분 X그룹과 패리티부분 Y그룹, Z그룹으로 구별하여 각각의 FDRT를 다르게 적용하는 방식과는 달리 컨볼루션부호와 같이 정보어 심볼 부분 X그룹과 패리티부분 Y그룹, Z그룹을 하나의 연속된 심볼로 사용하는 경우 터보부호의 성능을 최적화하기 위한 방식을 고안한다. 즉, 앞서 제시한 컨볼루션부호와 같이 터보부호기로부터 출력되는 부호심볼들은 상기 제시한 균일심볼천공(Uniform Symbol puncturing) 혹은 균일심볼삽입(Uniform symbol insertion or repetition)을 사용하되 단, 터보부호의 특성을 고려하여 아래와 같은 조건을 만족하도록 초기 오프셋을 제어함으로써 상기 각각의 부호심볼을 분리하여 구한 성능에 근접하는 최상의 성능을 제공하도록 한다.

<77> 조건1. 터보부호를 사용하며, 단일 부호심볼열로 출력되는 부호기 구조에서 터보부호의 최적의 성능을 보장하기 위해서는 가급적 터보부호기에서 출력되는 부호어 심볼 중 정보어 심볼 부분인 X그룹의 천공을 줄이고 대신 반복을 강화한다.

<78> 상기 조건1을 만족하는 FDRT 방식으로 상기 제시한 각각의 정보어 심볼 부분 X그룹과 패리티부분 Y그룹, Z그룹으로 구별하는 방식 이외에 하기 제시하는 오프셋 제어방식을 제안한다. 우선 예를 들어 사용하는 터보부호의 부호율이 $R=1/3$ 인 경우 심볼천공의 주기가 3의 배수가 되고 처음 부호어 심볼부터 천공이 이루어지거나 혹은 부호어 심볼 중에서 반복되지 않는 심볼 사이의 거리가 3의 배수가 되고 처음 반복되지 않는 심볼이 정보어심볼인 경우에 이는 연속적으로 정보어심볼만이 천공을 의미한다. 예를 들어 $L=15$, $N=20$ 인 경우 $M=2$ 가 되고, $P=LM-N=10$ 이므로 결국 평균 천공주기는 3이 된다. 따라서 이러한 경우 터보부호의 성능은 정보어 이외의 패리티 심볼을 천공하는 경우에 비하

여 성능이 저하된다는 것은 이미 널리 공지된 사실이다. 도 9에서 이러한 예를 보였다. 도 9에서 심볼반복을 사용하는 FDRT알고리즘의 경우에는 도면에서 빗금친 천공되는 심볼의 위치를 반복되지 않는 심볼의 위치로 간주하면 된다. 따라서 도시된 바와 같이 항상 정보어가 패리티 정보어에 비해서 상대적으로 천공 혹은 반복되지 않아 적은 심볼에너지를 가지게 되는 것을 알 수 있다. 또한, 천공을 이용한 FDRT 방법에서는 정보심볼만 천공되는 것과 동일한 결과를 나타낸다. 이를 해결하는 방법으로 초기 오프셋을 사용하여 처음 심볼의 천공 위치 혹은 반복되지 않는 심볼의 초기위치를 조절하면 정보어 심볼 대신에 패리티 심볼을 주기적으로 천공 혹은 반복하지 않을 수 있다. 도 10에서 이러한 개선된 예를 보였다, 도시된 바와 같이, 항상 패리티심볼만이 천공 혹은 반복되지 않는 것을 알 수 있다. 상기 언급한 문제를 일으키는 터보부호의 경우를 하기 표 7에 보였다.

<79> 【표 7】

	R=1/2	R=1/3	R=1/4	R=1/5
평균천공주기D	2m, m=1, 2, 3...	3m, m=1, 2, 3...	4m, m=1, 2, 3...	5m, m=1, 2, 3...
offset control	+1 symbol	+1, +2 symbols	s+1, +2, +3symbol	s+1, +2, +3, +4symbol

<80> 상기 표 7에서 보듯이 R=1/2, R=1/3, R=1/4의 경우 중에서 R=1/2인 경우 평균천공 주기 혹은 반복되지 않는 심볼간의 간격 D가 2 또는 그의 배수인 경우가 문제가 되며, R=1/3 경우 D=3 또는 그의 배수인 경우가 문제가 되며, R=1/4인 경우 D=4 또는 그의 배수인 경우가 문제가 된다. 아래의 표에서 Offset control은 앞서 제기한 문제를 해결하기 위해서 조정해야 하는 Offset value를 표시한 것이다. 예를 들어 R=1/3인 경우 +1 symbol Offset을 제공함으로써 항상 패리티 심볼1이 주기적으로 천공 혹은 반복되지 않는다. 마찬가지로 +2 symbol Offset을 제공하면 항상 패리티 심볼2가 주기적으로 천공

혹은 반복되지 않는다. 이러한 Offset Control의 방식은 여러 형태가 존재할 수 있으며 여기서 그 구현에 제한을 두지 않는다. 여기서 주장하는 것은 이러한 Offset control을 제어함으로써 터보부호에서 가장 중요한 정보어심볼의 연속적인 천공 및 혹은 반복되지 않는 문제점을 해결하고 성능을 개선시킬 수 있다는 점이다.

<81> 다음으로 이러한 오프셋제어(Offset Control)의 한 방식으로 앞서 제시한 (1a, 1b) 파라미터를 사용하는 방식을 설명한다. 앞서 수학식 1에서 언급하였듯이 처음 천공되는 혹은 반복되는 심볼의 위치인 Initial offset_m은 상기 수학식 1로써 결정된다. 상기 수학식 1에서 보여주듯이 (1a, 1b) 파라미터는 천공 혹은 반복주기인 (L/N_{is})를 (1b/1a)로서 제어하고 있다. 따라서 만일 D가 상기 표 7에서 제시한 것처럼 2m or 3m or 4m, m=1,2,3,...으로 결정되는 경우, 이를 상기 (1b/1a)를 사용하여 원하는 위치가 설정되도록 결정함으로써 초기 오프셋(Initial Offset)을 가변시킬 수 있다. 즉, (1b/1a)=(N_{is}/L)*1 또는 (1b/1a)=(N_{is}/L)*2, (1b/1a)=(N_{is}/L)*3, (1b/1a)=(N_{is}/L)*4 등으로 결정함으로써 각각의 터보부호의 부호율에 따라 이러한 (1b/1a)값들 중에서 상기 표 7에 따른 오프셋(Offset)을 정하고 이 값으로부터 매 프레임 입력되는 L, N을 사용하여 초기 오프셋 m(Initial Offset_m)을 결정한다.

<82> 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 단일 부호어심볼열로 출력되는 부호기 구조에서, 처음 반복되지 않는 심볼(혹은 천공심볼)의 위치를 결정하기 위한 초기 오프셋 결정 처리흐름을 도시하고 있다.

<83> 상기 도 11을 참조하면, 1101단계에서 부호율을 결정한다. 여기서, 상기 부호율은 1/2, 1/3, 1/4 이 될수 있다. 그리고, 1103단계에서 입력프레임사이즈(L)과 출력프레임 사이즈(N)을 결정한다. 여기서, 입력프레임사이즈(L)은 FDRT블럭에 입력되는(혹은 부호

기에서 출력되는) 심볼의 개수를 나타내고, 상기 출력프레임사이즈(N)은 상기 FDRT블럭에서 출력되는 심볼의 개수를 나타낸다. 상기 입력프레임사이즈 및 출력프레임사이즈는 보통 상위계층 소프트웨어에서 전달되는 값이다. 그리고, 1105단계에서 최적의 (1a, 1b) 파라미터를 결정한다. 상기 최적의 (1a, 1b) 파라미터는 앞서 설명한 관련된 수식으로부터 구해진다. 그리고, 1107단계에서 상기 구해진 (1a, 1b) 파라미터로부터 초기 오프셋을 결정하고, 1109단계에서 FDRT 알고리즘을 수행하여 천공 혹은 반복을 수행한다.

<84> 도 12은 본 발명의 다른 실시예에 따른 단일 부호어심볼열로 출력되는 부호기 구조에서, 처음 반복되지 않는 심볼(혹은 천공심볼)의 위치를 결정하기 위한 초기 오프셋 결정 처리흐름을 도시하고 있다.

<85> 상기 도 12를 참조하면, 1201단계에서 부호율을 결정한다. 여기서, 상기 부호율은 $1/2$, $1/3$, $1/4$ 이 될수 있다. 그리고, 1203단계에서 입력프레임사이즈(L)과 출력프레임사이즈(N)을 결정한다. 여기서, 입력프레임사이즈(L)은 FDRT블럭에 입력되는(혹은 부호기에서 출력되는) 심볼의 개수를 나타내고, 상기 출력프레임사이즈(N)은 상기 FDRT블럭에서 출력되는 심볼의 개수를 나타낸다. 상기 입력프레임사이즈 및 출력프레임사이즈는 보통 상위계층 소프트웨어에서 전달되는 값이다. 그리고, 1205단계에서 상기 결정된 부호율에 따른 상수값의 오프셋을 결정한다. 가령, 1207단계에서 처럼, $R=1/2$ 경우 +1로 결정하고, $R=1/3$ 인 경우에는 +1 또는 +2 중에서 하나를 선택하여 결정하며, $R=1/4$ 인 경우에는 +1 또는 +2 또는 +3 중에서 하나를 선택하여 결정한다. 이후, 1209단계에서 FDRT 알고리즘을 수행하여 천공 혹은 반복을 수행한다.

<86> 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나,

본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

【발명의 효과】

<87> 상술한 바와 같이 본 발명은 컨볼루션 부호 또는 선형블록부호를 사용하는 데이터 통신시스템에서 가변적인 데이터전송율에 따라 가변되는 한 프레임내의 L개의 부호어 심볼들을 고정적인 인터리버 크기에 대응하는 심볼 수(N)에 정합시켜 전송할 시 간단한 구조, 그리고 설정 초기값을 조절함으로써 한 프레임내에서 삽입을 위해 반복되는 심볼들이 프레임내에서 균일하게 분포되도록 함으로써 성능의 열화됨이 없이 전송율에 따라서 데이터를 유연하게 전송할 수 있다는 이점이 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

하나의 프레임내에 포함되고, 가변적인 데이터전송율에 따라 가변되는 L개의 부호어 심볼들을 고정적인 인터리버 크기에 대응하는 심볼 수(N)에 정합시켜 전송하는 방법에 있어서,

주어진 상기 부호어 심볼들의 수(L)와 상기 심볼 수(N)를 입력하고, 상기 프레임 내에서 반복되어질 심볼들의 수($N_{is}=N-L$)를 결정하는 과정과,

상기 프레임내의 부호어 심볼들중에서 균일하게 분포하는 상기 결정된 심볼들의 수($N_{is}=N-L$) 만큼의 심볼들을 반복시키고, 상기 반복된 심볼들이 상기 부호어 심볼들에 삽입되어 구성되는 상기 심볼 수(N)의 심볼들을 출력하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 2】

하나의 프레임내에 포함되고, 가변적인 데이터전송율에 따라 가변되는 L개의 부호어 심볼들을 고정적인 인터리버 크기에 대응하는 심볼 수(N)에 정합시키기 위한 처리 방법에 있어서,

주어진 상기 부호어 심볼들의 수(L)와 상기 심볼 수(N)를 입력하고, 상기 프레임 내에서 반복되어질 심볼들의 수($N_{is}=N-L$)를 결정하는 과정과,

상기 각 부호어 심볼들에 대해 이전의 부호어 심볼에 대한 오차값(E_{acc})과 상기 반복되어질 심볼들의 수에 대응하는 값을 비교하여 업데이트된 오차값(E_{acc})을 계산하고,

상기 계산 결과에 따라 해당하는 심볼을 반복할 것인지를 결정하는 과정과,

상기 반복할 것으로 결정된 심볼들을 반복시키고, 상기 반복된 심볼들이 상기 부호어 심볼들에 삽입되어 구성되는 상기 심볼 수(N)의 심볼들을 출력하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 3】

제2항에 있어서, 상기 반복되어질 심볼들의 수에 대응하는 값은, 상기 각 부호어 심볼에 대해 상기 프레임내에서 반복되어질 심볼들의 수($N_{is}=N-L$)와 상기 프레임내에서 첫 번째로 반복될 심볼의 위치를 결정하는 제1파라미터(I_a)와의 곱셈 결과임을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 4】

제2항에 있어서, 상기 오차값(E_{acc})이 0보다 작거나 같은 경우에 해당하는 부호어 심볼들을 반복할 심볼로 결정하는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 5】

제2항에 있어서, 상기 프레임내의 첫 번째 부호어 심볼에 대한 오차값(E_{acc})은 상기 프레임내에서 첫 번째로 반복될 심볼의 위치를 결정하는 제2파라미터(I_b)와 상기 부호어 심볼들의 수(L)의 곱셈 결과로서 정해지는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 6】

제5항에 있어서, 상기 첫 번째 부호어 심볼 이외의 나머지 부호어 심볼들 각각에 대한 오차값은 이전 부호어 심볼들에 대한 오차값(E_{acc})에서 상기 곱셈 결과를 감산한 결과로서 업데이트되는 것을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 7】

제2항에 있어서, 상기 반복할 것으로 결정된 심볼들을 반복시키는 과정은,

상기 반복할 것으로 결정된 심볼들 각각에 대해 오차값(E_{acc})과 상기 프레임내에서 첫 번째로 반복될 심볼의 위치를 결정하는 제1파라미터(I_a)와 상기 부호어 심볼들의 수(L)의 곱셈 결과를 가산하여 오차값을 업데이트시키는 단계와,

상기 업데이트된 오차값이 0보다 작거나 같은 것으로 판단되는 경우에는 해당하는 부호어 심볼을 계속하여 반복하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 8】

하나의 프레임내에 포함되고, 가변적인 데이터전송율에 따라 가변되는 L 개의 부호어 심볼들을 고정적인 인터리버 크기에 대응하는 심볼 수(N)에 정합시키기 위한 처리 장치에 있어서,

주어진 상기 부호어 심볼들의 수(L)와 상기 심볼 수(N)에 따라 결정되는 상기 프레임내에서 반복되어질 심볼들의 수($N_{is}=N-L$)에 대응하는 값과 비교하여 발생하는 상기 각 부호어 심볼들에 대한 오차값(E_{acc})을 계산하는 계산부와,

상기 계산부에 의해 계산된 오차값에 따라 해당하는 심볼을 반복할 것인지를 판단하는 판단부와,

상기 반복할 것으로 결정된 심볼들을 반복시키고, 상기 반복된 심볼들이 상기 부호어 심볼들에 삽입되어 구성되는 상기 심볼 수(N)의 심볼들을 출력하는 심볼 반복기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 9】

제8항에 있어서, 상기 판단부는, 상기 오차값(E_{acc})이 0보다 작거나 같은 경우에 해당하는 부호어 심볼들을 반복할 심볼로 결정하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 10】

제8항에 있어서, 상기 계산부는,

이전의 부호어 심볼에 대한 오차값(E_{acc})을 저장하는 레지스터와,

상기 각 부호어 심볼에 대해 상기 프레임내에서 반복되어질 심볼들의 수($N_{is}=N-L$)와 상기 프레임내에서 첫 번째로 반복될 심볼의 위치를 결정하는 제1파라미터(I_a)와의 곱셈 결과와 상기 이전의 부호어 심볼에 대한 오차값(E_{acc})을 감산하고 감산결과를 해당하는 부호어 심볼의 오차값으로 출력하는 감산기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 11】

제10항에 있어서, 상기 프레임내의 첫 번째 부호어 심볼에 대한 오차값(E_{acc})은 상

기 프레임내에서 첫 번째로 반복될 심볼의 위치를 결정하는 제2파라미터(Ib)와 상기 부호어 심볼들의 수(L)의 곱셈 결과로서 정해지는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 12】

제10항에 있어서, 상기 첫 번째 부호어 심볼 이외의 나머지 부호어 심볼들 각각에 대한 오차값은 상기 감산기에 의한 감산 결과임을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 13】

제8항에 있어서, 상기 반복할 것으로 결정된 심볼들 각각에 대해, 상기 계산부에 의해 계산된 오차값(Eacc)과 상기 프레임내에서 첫 번째로 반복될 심볼의 위치를 결정하는 제1파라미터(Ia)와 상기 부호어 심볼들의 수(L)의 곱셈 결과를 가산하고, 상기 가산 결과를 업데이트된 오차값으로서 상기 판단부로 출력하는 가산기를 더 포함하고,

상기 판단부는 상기 업데이트된 오차값에 따라 해당하는 부호어 심볼을 계속하여 반복시킬 것인지를 결정하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 14】

제13항에 있어서, 상기 판단부는, 상기 업데이트된 오차값이 0보다 작거나 같은 것으로 판단되는 경우, 해당하는 부호어 심볼을 계속하여 반복하는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 15】

제13항에 있어서, 상기 계산부와 상기 판단부의 사이 또는 상기 가산기와 상기 판단부의 사이를 선택적으로 접속하는 선택기를 더 포함하고,

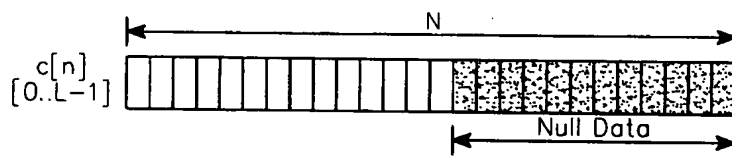
상기 선택기는 상기 부호어 심볼들중 어느 한 심볼이 상기 판단부에 의해 반복할 것으로 결정됨에 응답하여 상기 가산기와 상기 판단부의 사이를 접속시키는 것을 특징으로 하는 상기 장치.

【도면】

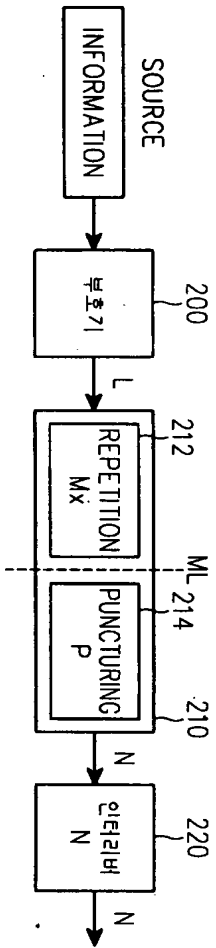
【도 1】



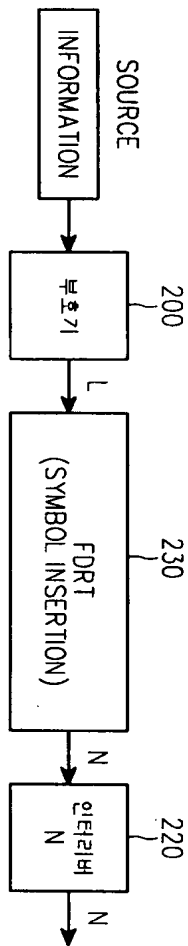
【도 2】



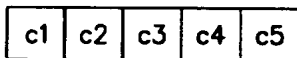
【도 3】



【도 4】

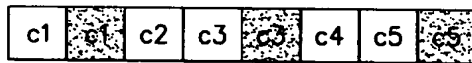


【도 5a】



REPEATED STMBOL

【도 5b】



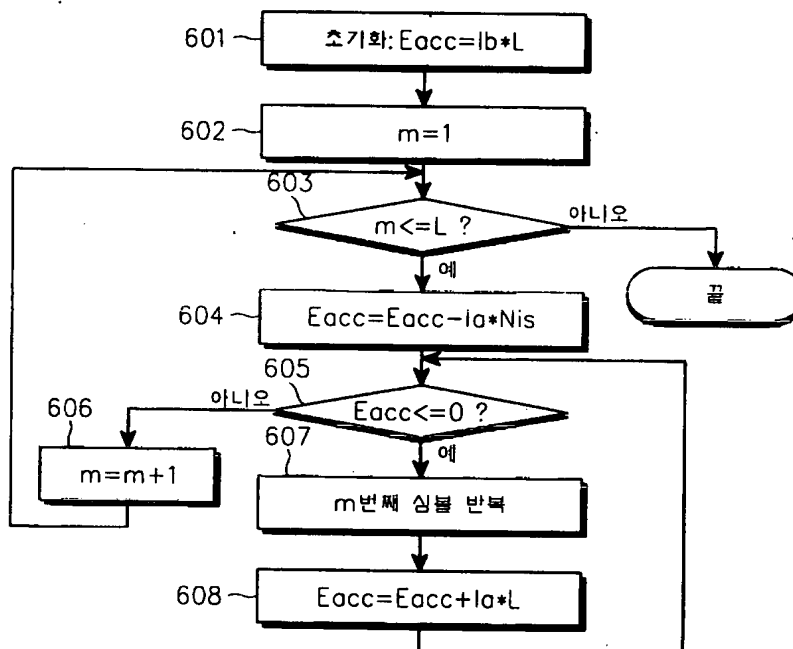
 REPEATED STMBOL

【도 5c】

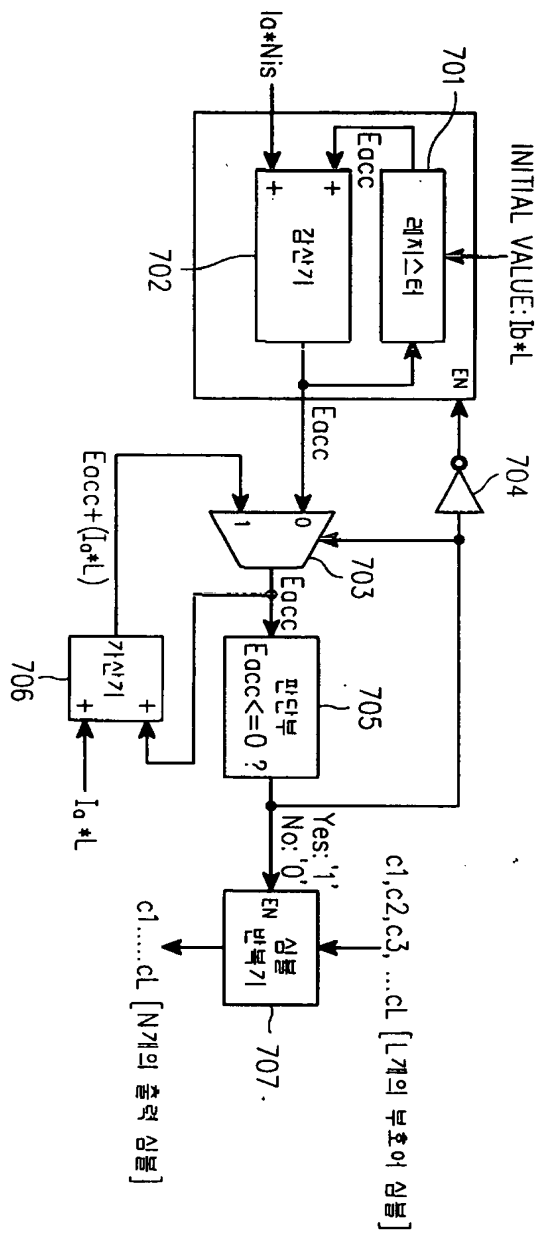


 REPEATED STMBOL

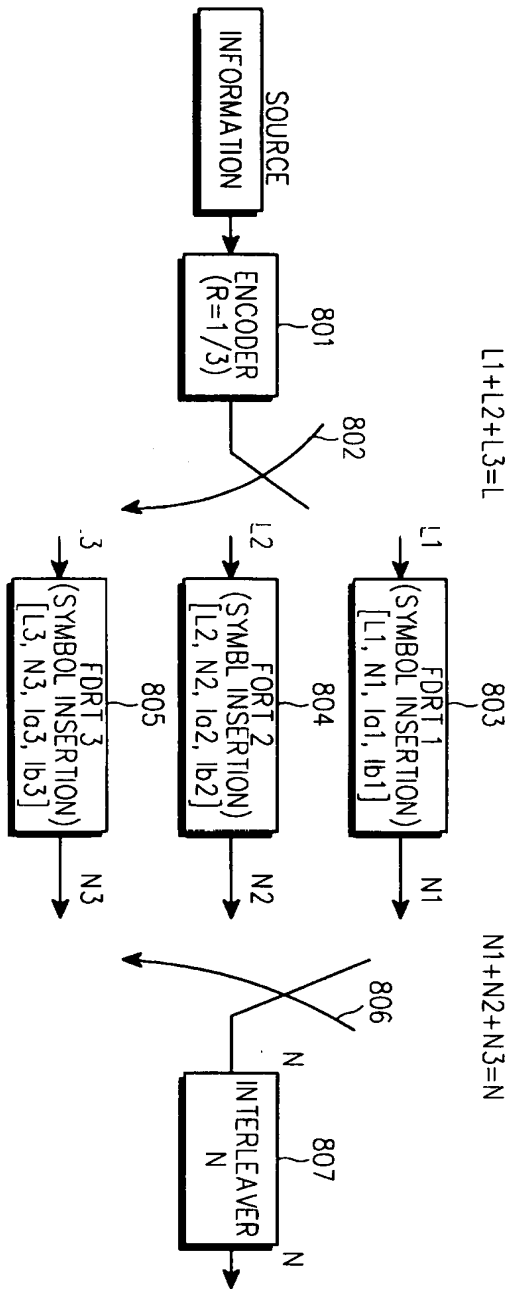
【도 6】



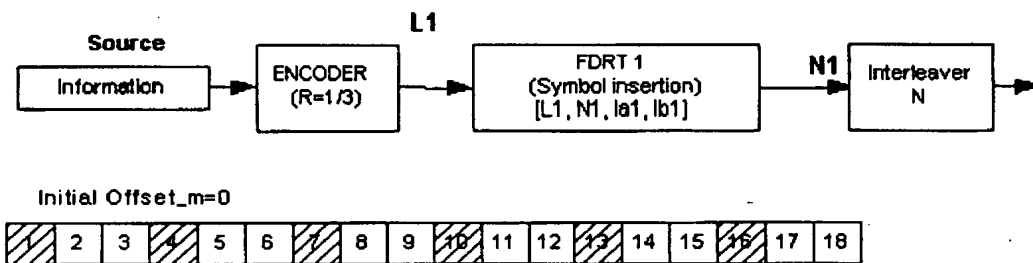
【도 7】



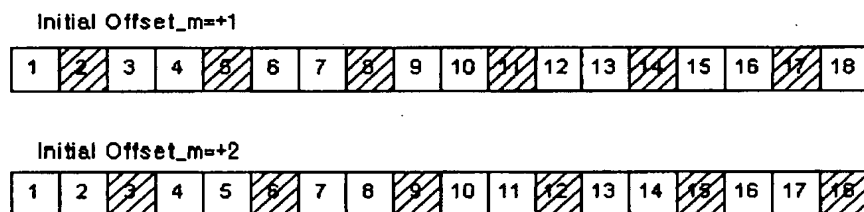
【도 8】



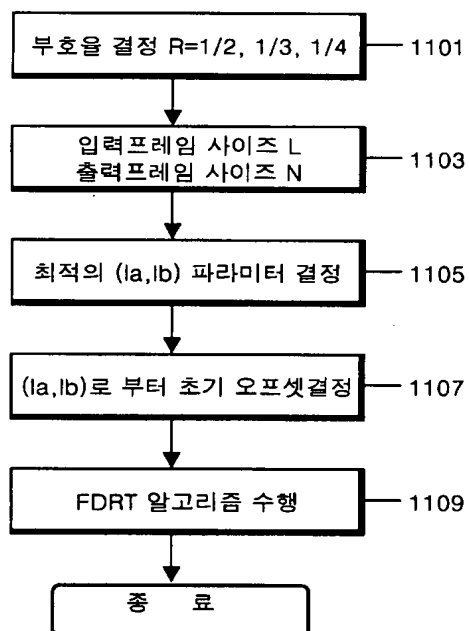
【도 9】



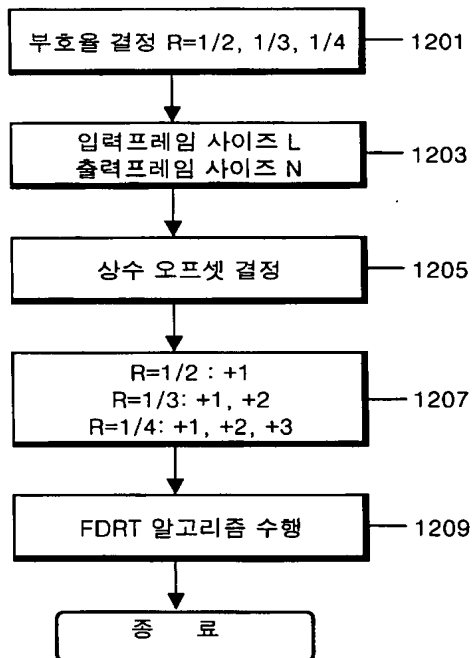
【도 10】



【도 11】



【도 12】



【서류명】	서지사항	보정서
【수신처】	특허청장	
【제출일자】	2000.08.12	
【제출인】		
【명칭】	삼성전자	주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3	
【사건과의 관계】	출원인	
【대리인】		
【성명】	이건주	
【대리인코드】	9-1998-000339-8	
【포괄위임등록번호】	2000-013620-6	
【사건의 표시】		
【출원번호】	10-2000-0042547	
【출원일자】	2000.07.19	
【발명의 명칭】	데이터 통신시스템에서 심볼 삽입에 의한 가변 데이터전송 을 정합 방법 및 장치	
【제출원인】		
【발송번호】	1-5-2000-0029624-78	
【발송일자】	2000.08.08	
【보정할 서류】	특허출원서	
【보정할 사항】		
【보정대상 항목】	수수료	
【보정방법】	납부	
【보정내용】	미납	수수료
【취지】	특허법시행규칙 제13조의 규정에 의하여 위와 같이 제출합 니다. 대리인 이건주 (인)	
【수수료】		
【보정료】	11,000	원
【기타 수수료】	79,000	원
【합계】	90,000	원